

К ВОПРОСУ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Проблема частотного регулирования двигателей переменного тока требует исследования как асинхронных, так и синхронных приводов. Только сравнительный анализ позволит в том или ином конкретном случае выбрать оптимальный тип двигателя.

Если частотное регулирование асинхронных двигателей достаточно хорошо изучено и представлено в литературе, то вопросы частотного регулирования синхронных двигателей находятся еще в начальной стадии рассмотрения. Простейшим случаем является регулирование частоты синусоидального приложенного напряжения.

Как известно, при изменении напряжения пропорционально частоте ¹

$$\frac{U}{f} = \text{const}$$

получен закон регулирования возбуждения синхронного двигателя в функции момента на валу

$$\frac{i_f}{i_{fn}} = \frac{M}{M_n}. \quad (1)$$

Из уравнения (1) следует, что при постоянном моменте на валу ток возбуждения синхронного двигателя (СД) также должен быть постоянным.

Условия работы синхронного двигателя при пропорциональном законе регулирования были экспериментально проверены на двигателе типа МС-82 — 4, $P_n = 25 \text{ кВт}$, $U_n = 400 \text{ в}$, $I_n = 45 \text{ а}$, $n_n = 1500 \text{ об/мин}$, $f = 50 \text{ гц}$, к. п. д. = 87%, $i_{fn} = 18 \text{ а}$ в диапазоне частот 10—55 гц.

¹ Д. П. Петелин. Некоторые вопросы статике частотного управления синхронного двигателя. Труды совещания по автоматизированному электроприводу переменного тока 25—28 мая 1955 г. М., Изд-во АН СССР, 1958.

Таблица 1

Результаты опытов при $i_f = i_{fn} = \text{const}$, $\frac{M_2}{M_{2H}} = \mu = 1$ и $\mu = 0,5$

Параметр	Величина о.е.						μ
$\alpha = f : f_H$	1,1	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	1 и 0,5
$p_1 = P_1 : P_{1H}$	1,2	1,1	0,9	0,72	0,52	0,32	1
	0,64	0,6	0,48	0,36	0,24	0,12	0,5
$i_1 = I_1 : I_{1H}$	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1
	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,5
$\eta = \eta : 100$	0,89	0,88	0,87	0,84	0,82	0,80	1
	0,83	0,82	0,81	0,76	0,73	0,51	0,5
$\cos \varphi$	0,79	0,8	0,8	0,8	0,81	0,8	1
	0,54	0,54	0,55	0,55	0,57	0,57	0,5
$p_2 = P_2 : P_{2H}$	1,1	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	1
	0,55	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,5

Таблица 2

Результаты опытов при $\cos \varphi = 0,9$, $\mu = 1$

Параметр	Величина, о.е.					
$\alpha = f : f_H$	1,1	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
$p_1 = P : P_{1H}$	1,2	1,1	0,88	0,68	0,46	0,25
$i_1 = I_1 : I_{1H}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$\eta = \eta : 100$	0,9	0,89	0,89	0,88	0,85	0,74
$i_f = i_f : i_{fH}$	0,87	0,84	0,85	0,83	0,83	0,63
$p_2 = P_2 : P_{2H}$	1,1	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2

Результаты опытов при $i_f = i_{fn}$ (18 а) для номинального и половинного значения моментов на валу приведены в табл. 1.

Основные опытные характеристики СД по данным табл. 1 представлены на рис. 1. Как видно, вторичная мощность СД при переменной частоте изменяется по линейному закону. По мере снижения частоты несколько снижается к. п. д. двигателя.

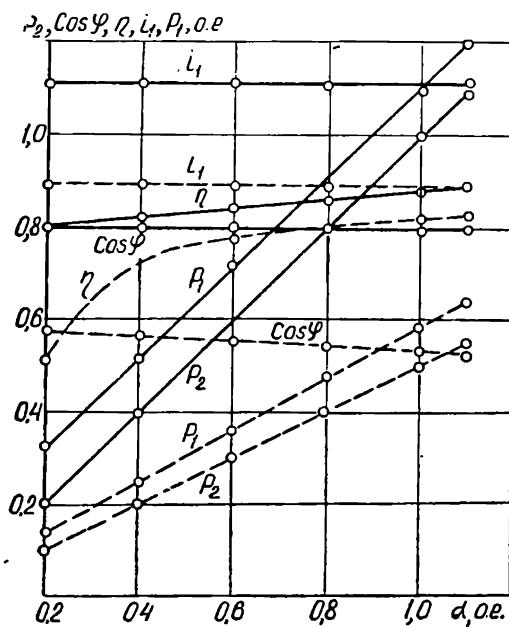


Рис. 1. Зависимости p_2 , $\cos \varphi$, η , i_1 , p_1 от частоты при $i_f = i_{fn} = \text{const}$:
— для $\mu = 1$, --- 0.5.

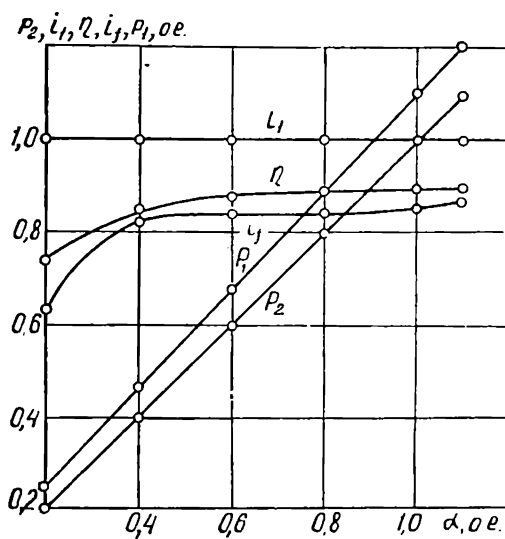


Рис. 2. Зависимости p_2 , i_1 , η , i_f , p_1 от частоты при $\cos \varphi = 0.9$, $\mu = 1$.

Ток статора и коэффициент мощности при каждом значении момента остаются практически постоянными. Как видно, при $\mu=0,5$ происходит резкое снижение к. п. д. и $\cos \varphi$, т. е. теряется одно из ценных качеств СД — работа при высоких значениях $\cos \varphi$. Изменяя величину тока возбуждения, можно при различных нагрузочных режимах и переменной частоте поддерживать высокое значение к. п. д. СД. В качестве примера в табл. 2 приведены опытные данные СД при $\cos \varphi=0,9$ для случая $\mu=1$, соответствующие характеристики изображены на рис. 2. Как видно, при $\alpha>0,4$ к. п. д. двигателя остается все время высоким.

ВЫВОДЫ

1. При изменении частоты синусоидального приложенного напряжения в случае пропорционального регулирования энергетические показатели СД остаются достаточно высокими.

2. Специальные исследования необходимо провести для области малых частот ($\alpha<0,2$), где происходит резкое снижение к. п. д. СД.

3. Частотное регулирование СД в ряде случаев может оказаться экономически целесообразным, решающую роль при этом будет играть выбор оптимальных условий регулирования частоты.
